

Úvod

Území Prahy dává na několika místech příležitost studovat geologické poměry na styku dvou základních stratigrafických jednotek Barrandienu: proterozoika a staršího paleozoika. Snad nejlepší odkryvy tohoto druhu leží uvnitř pražské zoologické zahrady v Troji. Úhlová diskordance, bazální slepenec, navíc miniaturní ložisko železné rudy a několik zlomů, to vše se tu dá vidět na ukázkových odkryvech. Dříve než exkurzi ukončíme na této mimořádné lokalitě, navštívíme dva odkryvy v ordoviku a dva v proterozoiku. Celá trasa měří zhruba 5 km, takže nám zbude dost času i na prohlídku pražské ZOO.

Trojská kotlina, v níž se budeme během exkurze pohybovat, je prominentní rezidenční částí Prahy. Sídlí zde několik zastupitelských úřadů a najdeme tu velký počet honosných vilových staveb. Svou krajinnou expozicí a absencí průmyslových podniků představuje klidovou klimatickou oázu, nejteplejší část hlavního města, k němuž byla připojena v r. 1922. Pro příznivé teplotní podmínky zde byly ve 14. století založeny rozsáhlé vinice, jejichž zbytkem je dnešní vinice Svaté Kláry. Osídlení tu sahá hluboko do prehistorie, až do neolitu. Slované se zde usadili zřejmě již v 8. století. Jejich osada písemně připomínaná z roku 1197 pod jménem Ovenec získala své nynější antické jméno až koncem 17. století podle dominantního zdejšího architektonického skvostu – trojského zámku postaveného v letech 1679–1691 francouzským architektem Jeanem Baptistem Matheyem. Trojskou zoologickou zahradu, světově proslulou chovem koně Przewalského, založil v r. 1931 prof. Jiří Janda. Rozkládá se na ploše téměř 0,5 km² a chová více než 600 druhů zvířat. V roce 1969 byla poblíž ZOO založena další významná přírodovědná instituce – Pražská botanická zahrada. V trojské kotlině je řada sportovišť, z nichž mezinárodní renomé má umělý vodácký kanál. Pro své mimořádné pozoruhodnosti a dobrou dopravní dostupnost je Troja vyhledávaným výletním místem.

Pražská pánev

Barrandienský ordovik je nejstarší ze tří útvarů tvořících výplň tzv. pražské pánve; další jsou silur a devon. Na území Prahy chybí kambrium, jehož sedimenty a vyvřeliny se zachovaly ve dvou západnějších oblastech, příbramsko-jinecké a skryjské.

Pražská pánev vznikla na počátku ordoviku jako úzká protáhlá deprese, v podstatě tektonický příkop zaplavený mořem, s občasnou sopečnou činností. Od mladšího ordoviku moře zaplavovalo mnohem větší plochu okolí a pánev se tak stala součástí okrajového moře široce propojeného s oceánskými oblastmi. Vývoj pánve ukončilo variské vrásnění, které vytvořilo z její více než 4 km mocné výplně složité synklinorium porušené zlomy různých směrů. Následná eroze podstatně zmenšila plochu pokrytou pánevními sedimenty, ale zato na obvodu odkryla jejich už dříve zvrásněné a erodované proterozoické podloží a umožnila jeho studium.

Ordovik

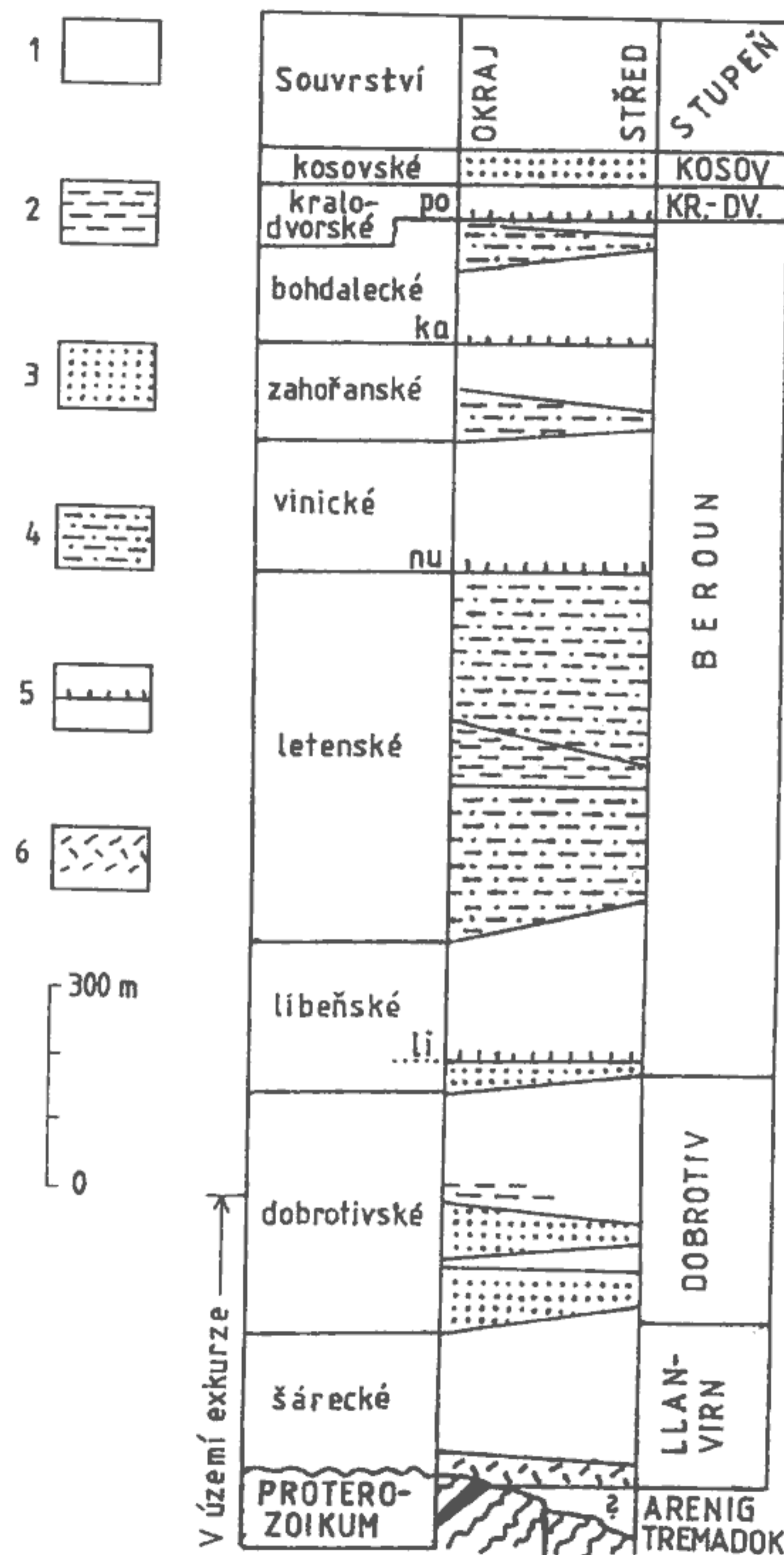
Celková mocnost ordoviku na území Prahy dosahuje v osní části pánve až 2500 m. V okrajových částech pánve je podstatně menší, často s chybějícími nejstaršími členy. To platí i na území naší exkurze, kde pravděpodobně chybějí oba nejstarší stupně ordoviku, tremadok a arenig. Vrstevní sled tu zpravidla začíná vulkanicko-tufitickým členem mocným 40–50 m, který je na základě nepřímých dat a korelací pokládán za nejstarší část šáreckého souvrství (llanvirnu). Není však vyloučeno ani zařazení k souvrství klabavskému (arenig). Sepětí vulkanické činnosti s llanvirnskou transgresí mohlo být podmíněno pohyby na zlomech, řídicími zahlubování pánve i erupční činnost. Llanvirnská transgrese je řazena k tzv. globálním eventům, událostem, které měly víceméně světový dosah (např. eustatické pohyby mořské hladiny).

Šáreckými břidlicemi v mocnosti asi 200 m začíná cyklické střídání jílovitých a více či méně písčitých členů ordovického megacyklu. V něm lze na území Prahy rozlišit minimálně sedm cyklů typu jílové břidlice – pískovce, popř. jílové břidlice – prachovce, jílové břidlice – břidlice s vložkami pískovců apod. Hranice litologických členů jsou na větším území více či méně různodobé (diachronní) a v krajních případech některé členy splývají. Cykličnost se pak vytrácí. Při nespolehlivosti litologických hranic je třeba stratigrafický výzkum doplňovat výzkumem paleontologickým a zároveň hledat opěrné litologické horizonty (markery), které jsou aspoň zhruba izochronní. V některých případech jsou to oolitické zrudněné obzory (Fe) nučický, karlický a podolský, vyvinuté na bázi některých cyklů (viz obr. 1).

Jiným problémem barrandienského ordoviku je obtížná paralelizace jeho biostratigrafických jednotek s klasickým stupňovým dělením vypracovaným v Anglii a ve Walesu. To vedlo v Barrandienu k vymezení regionálních stupňů (dobrotivu, berounu, kralodvoru a kosovu), které lze kromě Barrandienu aplikovat např. i v mediteránní oblasti. Na naší exkurzi se setkáme kromě llanvirnu s prvním z těchto regionálních stupňů, dobrotivem, a zároveň s prvním dvoučlenným cyklem: šáreckými břidlicemi a skaleckými křemenci. Litologická hranice mezi těmito dvěma členy bývá pokládána za hranici mezi llanvirnem a dobrotivem, ale existují paleontologické důkazy, že je diachronní: někde leží uvnitř dobrotivu (Skalka u Mníšku pod Brdy), jinde uvnitř llanvirnu (v Šárce). V současnosti je britský stupeň llanvirn nahrazován stupněm oretan. Chronostratigrafická škála ordoviku je stále předmětem diskuse.

Ještě než se věnujeme první ordovické lokalitě, připomeňme si dvojí kulaté výročí významného znalce barrandienského ordoviku, prof. Celdy Kloučka, od jehož narození letos uplyne 150 let. Zemřel před 70 lety, 15. října 1935 v Praze.

Celda Klouček, výtvarný umělec a paleontolog, se narodil 6. prosince 1855 v Senomatech u Rakovníka. Byl vynikajícím sochařem a malířem, působil jako profesor na umělecko-průmyslové škole v Praze. A jeho estetický cit byl asi také podnětem, že ve zralém věku skoro padesáti let propadl kouzlu barrandienských trilobitů. Nestal se však jen sběratelem, ale brzy začal systematicky studovat ordovickou faunu, hlavně šáreckého a



1. Stratigraficko-litologické schéma ordoviku v severozápadním křídle pražské pánve na území Prahy.

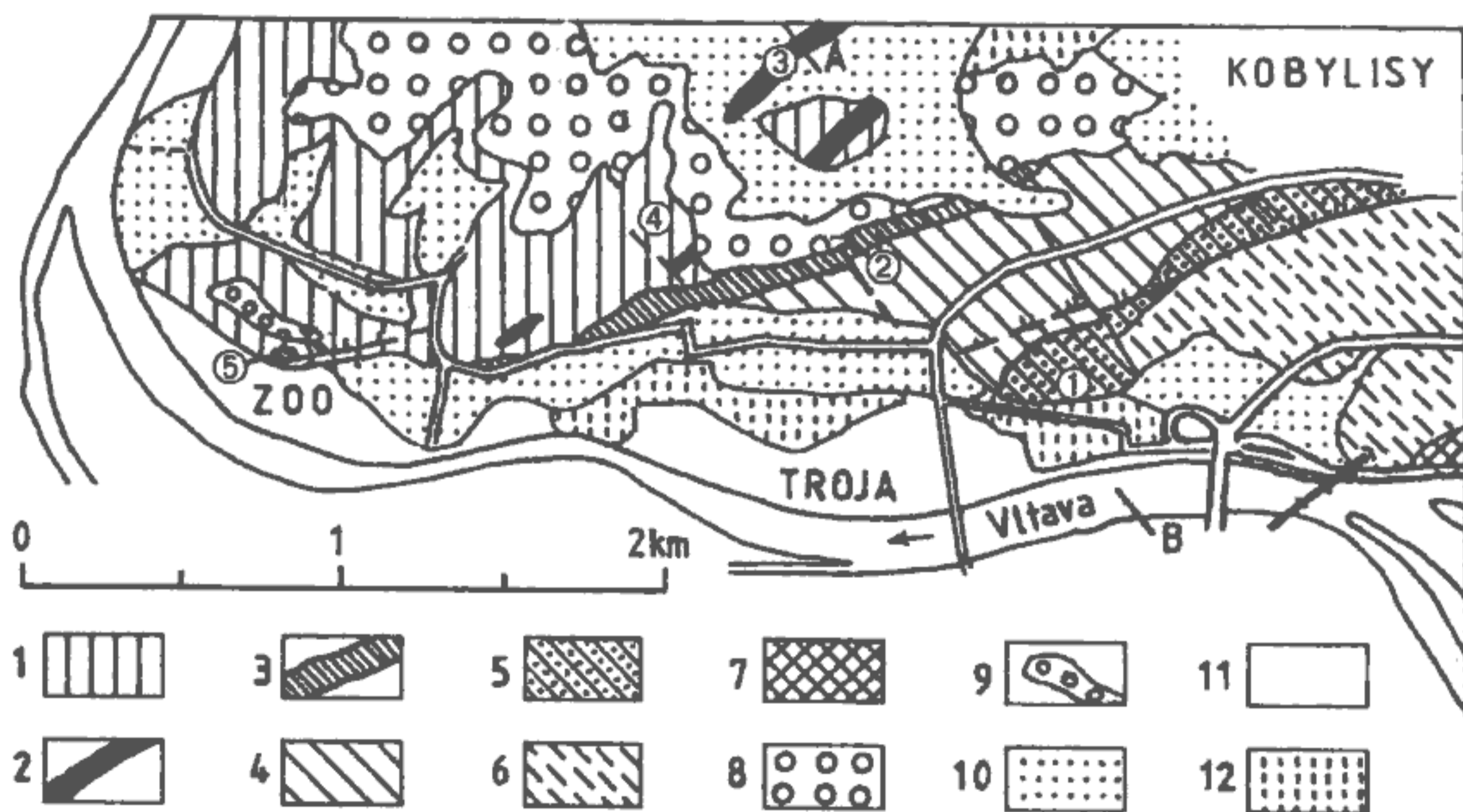
1 – jílové břidlice, 2 – prachovce/písčité břidlice, 3 – převážně křemence/pískovce, 4 – střídání břidlic a pískovců, 5 – oolitické (Fe) rudní obzory (podolský, karlický, nučický, líbeňský), 6 – vulkanogenní člen při bázi.

dobrotivského souvrství. Byl to on, kdo jako první rozlišil na základě společenstev trilobitů, tedy biostratigraficky, tyto dvě významné jednotky. Popsal řadu nových trilobitových taxonů a jeho práce, i když nepočtené, mají dodnes svou váhu. Nemohu zapomenout na jeho hutnou práci (20 stran) „O vrstvách d₁, jich trilobitech a nalezištích“ z r. 1916, která mi byla o nějakých 40 let později cenným a inspirativním průvodcem po lokalitách, které prozkoumal.

Profesor Celda Klouček si zaslouží, abychom mu věnovali tuto exkurzi i trvalou vzpomínku na nadšeného a nezištného badatele.

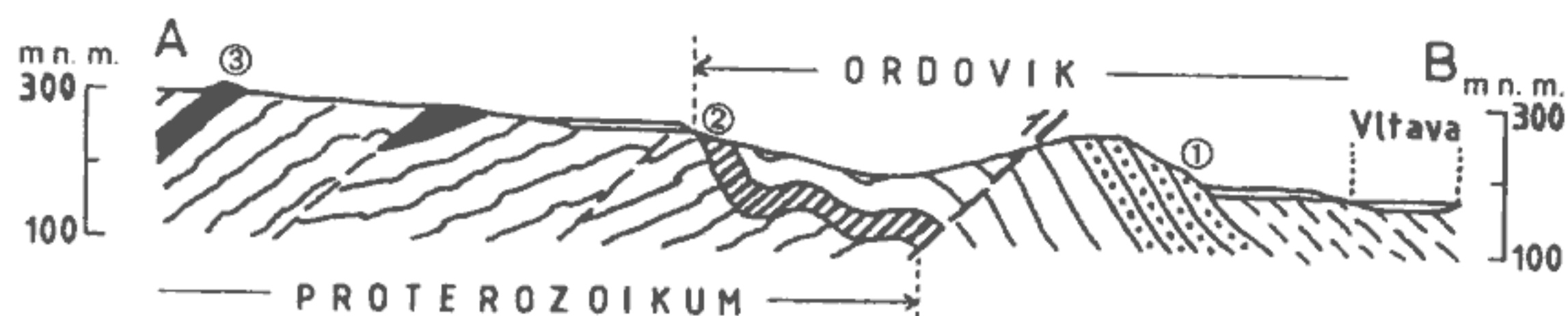
1. lokalita JABLOŇKA (ČERNÁ SKÁLA)

Naše první zastávka patří příkrému skalnatému svahu severozápadně od mostu Barikádníků. Lokalita je chráněna jako Přírodní památka Jabloňka (jiný pomístní název je Černá skála). Předmětem ochrany je jednak biotop s teplomilnou flórou a faunou, jednak geolo-



2. Geologická mapka Prahy-Troje (upraveno podle RÖHLICHA 1960 a KRÁLÍKA et al. 1983).

1 a 2 svrchní proterozoikum: 1 – fylitické břidlice, prachovce a droby, 2 – buližník; 3–7 ordovik: 3 – vulkanity, tufy a tufity při bázi, 4 – šárecké souvrství: jílové břidlice, 5 – skalecké křemence s vložkami břidlic a prachovců, 6 – dobrotivské břidlice, 7 – fevnické křemence; 8–12 kvartér: 8 – suchdolská říční terasa (donau), 9 – vinohradská říční terasa (mindel), 10 – deluviální a eolické sedimenty, 11 – sedimenty údolní nivy, 12 – antropogenní uloženiny. Čísla v kroužcích označují exkurzní lokality.



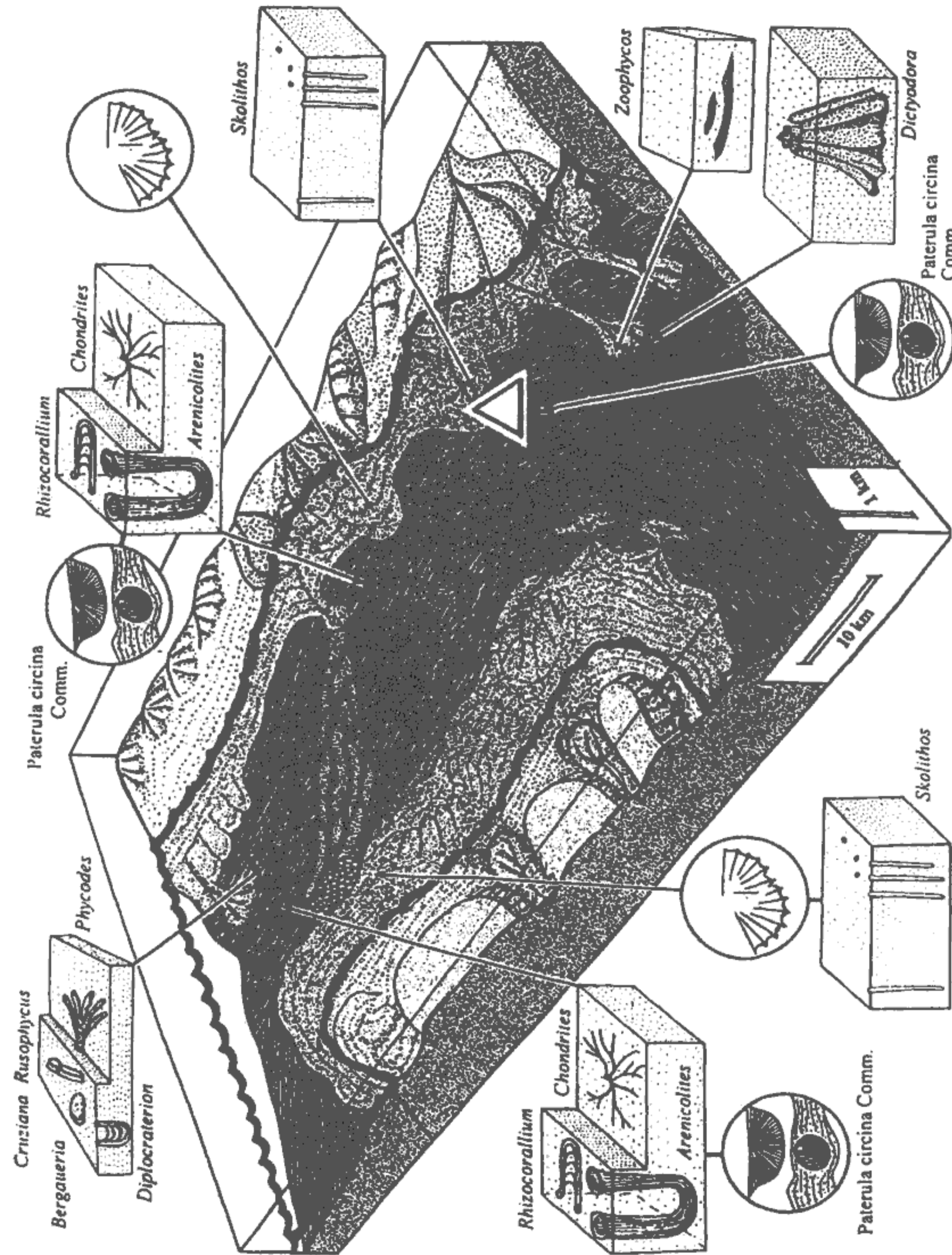
3. Geologický řez (A-B) svrchním proterozoikem a ordovikem v Praze-Troji (upraveno podle RÖHLICHA 1960). Lokalizace a vysvětlivky viz obr. 2, kvartér zčásti vypuštěn. Řez je nepřevýšený, údaje v metrech nadmořské výšky.

gické odkryvy. Je tu odkryta svrchní část skaleckých křemenců, od podloží oddělená mocnější vložkou (12 m) písčitojílovitých břidlic. Křemence se střídají s břidlicemi s proměnlivým písčitým podílem a jsou sedimentologicky zajímavé výskytem různých textur mechanického původu (např. čeřin), ale i stop po činnosti organismů – bioglyfů neboli ichnofosilií. Najdou se tu klikaté tenké stopy po prolézání organismů požírajících bahno (Fodichnia), popsané pod názvem Dictyodora tenuis. V některých křemencových lavicích jsou hojné kolmo k povrchu orientované rourky vyhloubené nejspíše kroužkovci (Annelida). Je to běžný typ ichnofosilií ze skupiny doupat (Domichnia), označovaný jako skolity (Skolithos), dříve také Tigillites vertebralis podle hustého příčného žebrování rourek.

Význam ichnofosilií a jejich studia (paleoichnologie), k jehož průkopníkům u nás patřil v 19. století A. Frič, později zvláště B. Bouček, F. Prantl aj., byl ve větší míře doceněn teprve v posledních 20–30 letech. Dnes je paleoichnologie především důležitou součástí faciální analýzy, snažící se o rekonstrukci paleoekologických a paleogeografických poměrů. Na rozdíl od skutečných zkamenělin (body fossils), které byly mnohdy ze svého biotopu do místa uložení přemístěny, zůstávají fosilní stopy (trace fossils) vždy pevně spojené s místem svého vzniku a jsou tedy přímým dokladem životních podmínek a pochodů na místě.

Profil odkrytý na lokalitě Jabloňka je důležitý pro studium faciálních (a tedy mj. hloubkových) změn v období dobrotivu, do něhož celý odkrytý úsek patří. Důležitá je i jeho korelace s dalšími odkryvy v Praze, ze které vyplývá, že během dobrotivu nastalo rozšíření písčité sedimentace (resp. její kulminace) dvakrát, jak svědčí rozdělení skaleckých křemenců na dvě polohy, zjištěné i na dalších místech (v Bubenči, Šárce, na Žižkově a v Libuši).

V nadloží svrchní křemencovo-břidličné polohy jsou odkryté v mocnosti asi 30 m tmavě šedé silně písčité a hrubě slídnaté břidlice s výrazně vyvinutou kliváží zhruba kolmou k vrstevnatosti, která jim místy dodává typickou roubíkovitou odlučnost. Lupínky novotvořeného muskovitu jsou orientovány napříč vrstevnatosti, v plochách kliváže. To svědčí o působení bočního tlaku (stresu) při rekrystalizaci, která tyto horniny posunula do počátečního stadia regionální přeměny – anchimetamorfózy. Obdobně postižené horniny nejsou známy z vyšších stupňů barrandienského ordoviku než je dobrotiv, ani z nadložních útvarů, siluru a devonu.



4. Rekonstrukce pražské pánve v období dobrotivu podle R. Mikuláše (1998). Blokdigram pokrývá území od Rokycan k Úvalům, poloha Prahy-Troje je označena trojúhelníkem. Symboly znázorňují typická společenstva ichnofosilií (kvádry) a fosilií (kruhy).

Od lokality Jabloňka projdeme Povltavskou ulicí západním směrem, přejdeme tramvajové koleje u stanice Trojská a ze stejnojmenné ulice odbočíme uličkou vpravo do kopce, na západní konec ulice U lisu. Odtud pokračujeme lesní pěšinou do kopce. V rokličce při cestě můžeme drobné odkryvy šáreckých břidlic, které tvoří podklad bočního údolíčka sbíhajícího od Kobylis k Vltavě.

2. lokalita ORDOVICKÉ VULKANITY NAD KAZANKOU

V horní části rokle nad ulicí U lisu vystupují ve vzdálenosti 10 až 40 m od stezky skalky tvořené vulkanickými brekciemi při bázi ordoviku. Poloha vulkanitu, jehož báze leží velmi blízko styku s proterozoickými sedimenty (vzdálena jen asi 10 m), má mocnost kolem 10 m. Je tvořena ostrohrannými úlomky albitického ryolitu růžové, světle hnědé a nafialovělé barvy, které jsou tmeleny světlošedou popelovou hmotou. Na styku této hmoty s ryolitovými úlomky se místy objevují úzké rudní lemy tvořené magnetitem. Jako celek má tato brekcie velmi dekorativní vzhled. V ryolitu lze pod mikroskopem pozorovat reliktně uchovanou perlitickou texturu, svědčící o tom, že před rekrystalizací měl tento vulkanit povahu smolku až perlitu. Mezi ordovickými vulkanity v rámci celého Barrandienu představuje tato hornina unikátní nejkyselejší produkt, srovnatelný s kyselými členy svrchnokambrického křivoklátsko-rokycanského pásma. V těsném sepětí s popisovanou polohou vulkanické brekcie se objevují páskované vrstevnaté tufy a tufity, vycházející přímo na stezce. Zapadají pod úhlem kolem 60° k JJV.

Po výstupu na pláň nad Trojou se ocitáme na území s proterozoickým skalním podkladem. Ten je tu většinou zakryt kvartérními pokryvy, především štěrkopískovými říčními uloženinami mladšího donau (starý pleistocén). Odpovídají suchdolské terase v pojetí Q. Záruby (1942), tedy druhému nejstaršímu stadiu vývoje kvartérní říční sítě. Ta se v těchto místech začala zařezávat do částečně exhumovaného povrchu staré paroviny, který se označuje jako etchplén. Po ní cestou se vydáme k pravému okraji malého lesíka, který se rozsahem kryje s Přírodní památkou Velká skála (314 m n. m.). Předmětem ochrany je tu buližníkový suk jako význačný geomorfologický prvek.

3. lokalita PROTEROZOICKÝ BULIŽNÍK VELKÉ SKÁLY

Buližník je velmi nápadnou horninou barrandienského proterozoika hlavně pro svou tvrdost a odolnost, díky které často tvoří krajinné dominanty. Název buližník zavedl J. S. Presl (z rus. buližnik = valoun, popř. hrubý dlažební kámen).

Odpovídá mezinárodně užívaným názvům silicit, ftanit, popř. lydit. V našem případě jde o masivní horniny většinou tmavošedé až černé, ale místy i bělavé nebo narůžovělé (druhotně vybělené). Tvoří ploše čočkovité vložky v komplexu břidlic, prachovců a drob kralupsko-zbraslavské skupiny. Jednotlivé čočky jsou obyčejně několik desítek metrů mocné a dají se sledovat na stovky metrů. Některé jsou seřazené do pruhu, takže leží zřejmě ve stejné stratigrafické úrovni. To se týká i buližníku Velké skály, v jehož pokračování k VSV leží buližníky v Čimickém háji a na Ládví, vzdáleném odtud přes 3 km. Většina buližníků v barrandienském proterozoiku je vázána na tzv. zbirožsko-šárecký pruh, který se táhne podél celého severovýchodního okraje pražské pánve v šířce 5–10 km. Druhou velkou oblastí jejich výskytu je Blovicko a jižní část Přešticka. Jako ve většině případů, je i buližník Velké skály nevrstevnatý, ale místy má nevýrazné plochy vrstevní odlučnosti (vzácně i laminaci) ukloněné 40–50° k SZ. Tvoří jej jemnozrnný agregát křemenných zrn s vtroušeným grafitickým pigmentem, nepravidelně prošlehaný bělavými křemennými žilkami.

Vznik našich proterozoických buližníků patří stále k otevřeným otázkám. Zdroj oxidu křemičitého byl nejdříve přisuzován výhradně exhalacím provázejícím spilitový vulkanismus, ale pozdější nálezy mikrofosilií považovaných za mřížovce (*Radiolaria*) vedly k domněnce, že jde o rekrystalované radiolarity. Novější mikropaleontologické nálezy zahrnují řadu skupin (mineralizované porosty sinic, koloniální kulovité útvary, heterotrofní prvoky, planktonní akritarcha), ale výskyt radiolarií se nepotvrdil. Zároveň byly v buližnicích zjištěny stromatolitické biosedimentární struktury, zpravidla v sousedství vulkanitů (zejména na Blovicku). To vedlo k závěrům o mělkovodním vzniku silicitů, patrně v souvislosti s vulkanickými elevacemi. Současně byly vysloveny názory o původně karbonátové povaze buližníků. Při zevšeobecňování těchto názorů je třeba postupovat opatrně. Ve zbirožsko-šáreckém pruhu bez vulkanitů (!), kde leží největší tělesa buližníků i jejich naprostá většina, zatím stromatolitické útvary nalezeny nebyly. Místy je ve zdejších buližnicích zachována jemná laminace svědčící pro klidnou sedimentaci. Společný podíl exhalací SiO_2 a jimi ovlivněné činnosti organismů, nejspíše bakterií, na vzniku buližníků se však zdá pravděpodobný.

Velká skála mírně vystupuje nad okolní terén jako nízký hřbítek – protáhlý suk. Vzhledem k úklonu buližníkové vložky ji lze také označit jako kozí hřbet (hogback). Spolu se svým pokračováním k SV, které vrcholí na Ládví (359 m n. m.), po Bílé hoře a Vidouli třetím nejvyšším bodu Prahy, tvořila poměrně výrazný hřbet na staré parovině. V době svrchnokřídové (cenomanské) transgrese zřejmě po nějakou dobu tento hřbet tvořil skalnatý ostrov (skjär). Dokládají to příbojové abrazní prohlubně a zbytky cenomanských bazálních slepenců, zachované v tenkých relikttech. Při severním úpatí Velké skály byly dříve těženy měkké spodnoturonské slínovce pro zemědělské účely.

Z vrcholu Velké skály a z jejího jižního úpatí se otvírá pohled na Pražskou kotlinu s křídovou plošinou Petřína a Bílé Hory, s kozím hřbetem ordovických křemenců vrchu Vítkova, o něco nižší plošinou letenské terasy, nejvýchodnějšími výběžky devonského jádra pražské pánve v Braníku a Podolí, s výběžkem brdských Hřebenů nad Zbraslaví (ordovic-

ké křemence protějščího křídla pánve) a v pozadí s Hradištěm (keltské oppidum), ležícím už na proterozoiku. Jediným pohledem tak obsáhneme celou šířku pražské pánve od jednoho proterozoického okraje k protilehlému.

Projdeme na jihozápadní konec hřbetu Velké skály, pak pokračujeme lesem podél okraje zahrádkářské kolonie a sestoupíme do strže protékané malým potůčkem. Ten je zřejmě zásobován vodou hromadící se ve štěrkopíscích suchdolské terasy, která tu leží na relativně nepropustném proterozoickém podloží, a vyvěrající jako pramen.

4. lokalita

PROTEROZOICKÉ BŘIDLICE A DROBY POD HAVRÁNKOU

V zářezu krátké cesty odbočující vlevo se můžeme setkat s nejběžnějšími horninami proterozoika ve zbirožsko-šáreckém pruhu. Jsou to fylitické břidlice, prachovce a droby, zde bez výraznějších sedimentárních textur, zpravidla jen s málo zřetelnou laminací. Tento vývoj Cháb a Pelc (1968) v litologické studii o sz. křídle barrandienského proterozoika vyčlenili jako tzv. monotónní facii. Stratigrafický význam této jednotky je různými autory vnímán různě (srov. Röhlich 2000), ale to se vymyká tématu naší exkurze. Tektonické porušení proterozoika na tomto odkryvu je minimální, vrstevní břidličnatost zapadá k SZ.

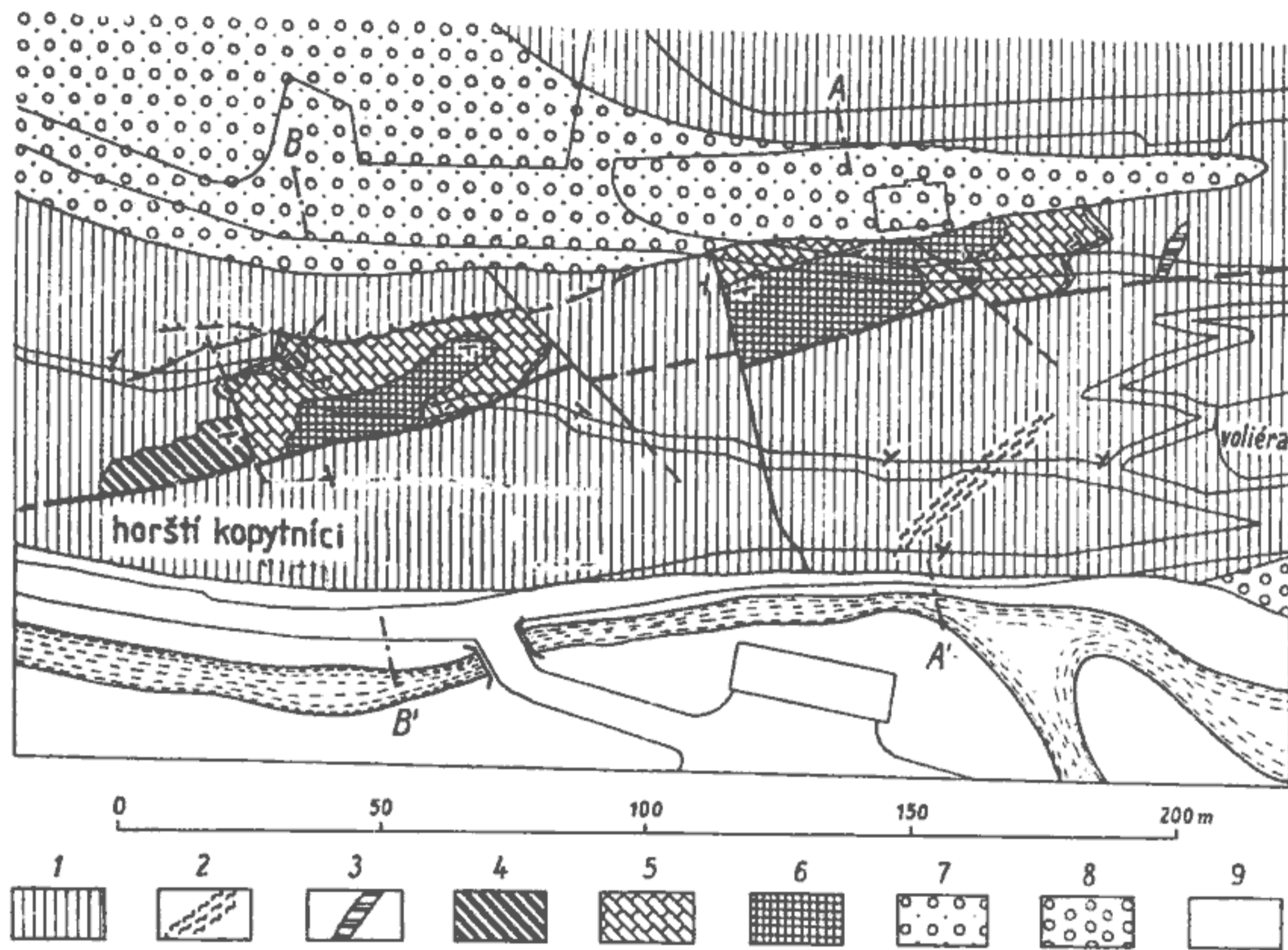
Projdeme rozšiřující se roklí až ke křižovatce ulice Pod Havránkou a Trojské a pokračujeme Trojskou až ke vchodu do ZOO. Cestou můjme vlevo Trojský zámek, kdežto vpravo se na svahu rozkládá vinice sv. Kláry, která je součástí Botanické zahrady hl. m. Prahy. Blízko nad úpatím byly v lůmku odkryty svisle postavené vrstvy tufů a tufitů vulkanogenního členu ordoviku, kdežto výše na svahu už vystupují skalky proterozoických buližníků.

Před vchodem do ZOO (u autobusové zastávky) je vztyčen čtyřmetrový neopracovaný monolit porfyrického analcimického tefritu z Dubičné u Úštěku, který tu slouží jako podklad pro skupinu bronzových sošek afrických hrabaček surikat v jejich typickém ostřitěm postavení. Z těže horniny i lokality jsou na zastávce jako přírodní sedačky šestiboké sloupy o tloušťce přes 1 m, mezi čedičovými horninami ČR jedny z nejmohutnějších.

5. lokalita

BAZÁLNÍ VRSTVY ORDOVIKU A PROTEROZOIKUM V ZOO PRAHA

Na území ZOO Praha je jeden z nejlepších odkryvů úhlově diskordantního uložení barrandienského ordoviku na proterozoiku. Skalnatý svah nad údolní nivou, s převýšením asi 50 m, je bývalým nárazovým břehem Vltavy a vystupují v něm převážně fylitické břidlice, prachovce a droby svrchního proterozoika. Jen díky náhodě se tu zachovaly dva drobné denudační zbytky ordoviku, tvořící drobnou synklinálu a zakleslé podél směrného zlomu. Stačilo, aby boční eroze Vltavy postoupila o 20–30 m dále k severu, a po ordoviku by tu nezbylo ani stopy (srov. obr. 5 a 6).

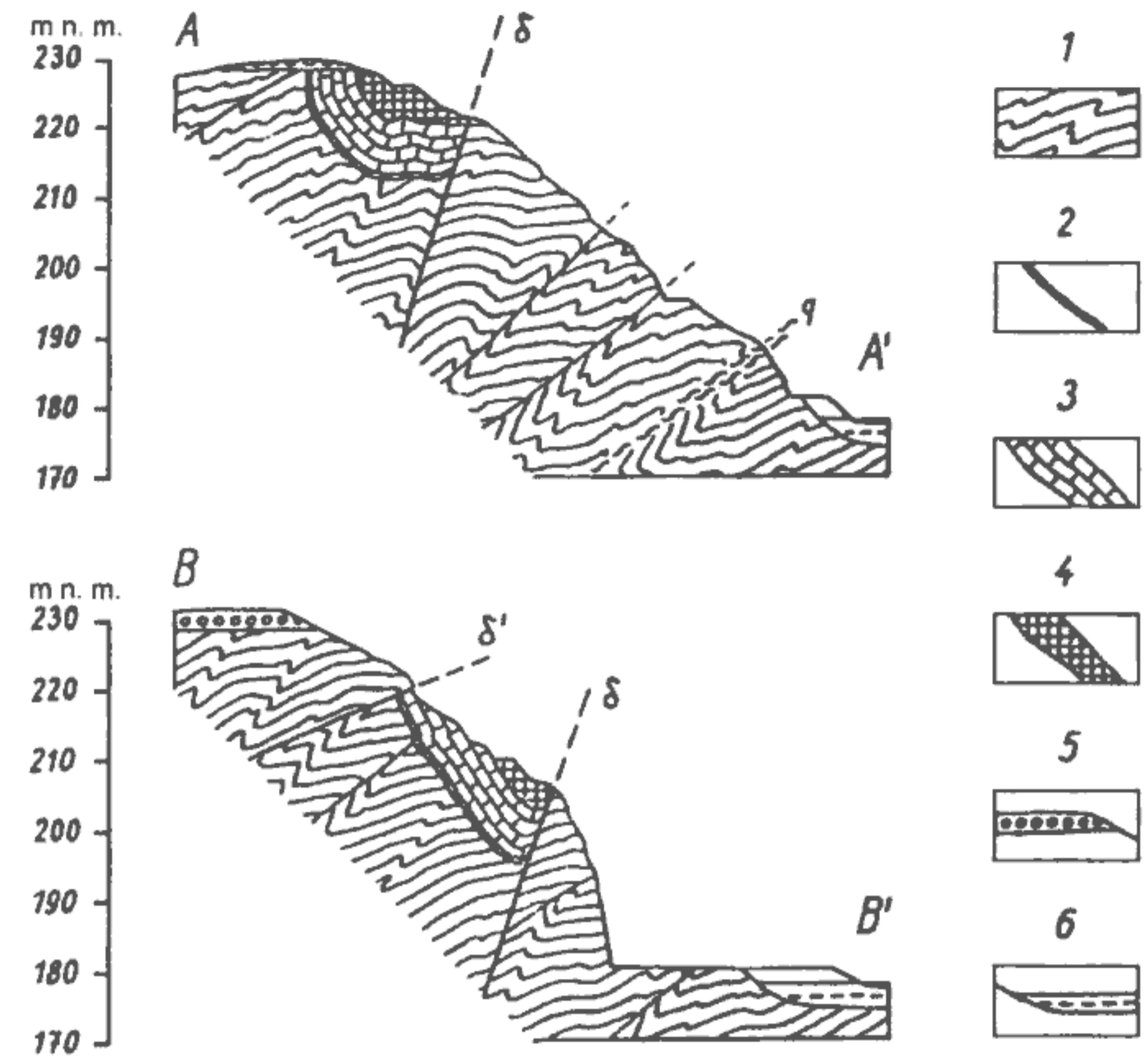


5. Detailní geologická mapa části ZOO Praha (podle Fediuka a Röhlicha 1960). Topografie částečně opravena k roku 2005.

1 – fylitické břidlice, prachovce a droby proterozoika; 2 – dislokační pásmo prostoupené křemennými žilami, 3 – žíla kaolinizovaného mikrodioritu; 4–6 ordovik: 4 – bazální křemitý slepenec, 5 – pestré tufy, 6 – tufy a tufity s hematitovým zrudněním na bázi; 7 – fluvialní štěrkopíský mindelského stáří (vinohradská terasa), 8 a 9 – (deluvio-)fluvialní uloženiny holocénu.

Z obou ostrůvků ordoviku je lépe odkryt západnější, přes který vede cesta stoupající od velké voliéry k restauraci na nejvyšším místě ZOO. V současné době je tato cesta nepřístupná veřejnosti, protože je na jednom místě poškozená sesuvem a hrozí tu zřícení. K návštěvě je nutné povolení správy ZOO, která však zvažuje opravu cesty a zřízení geologické naučné stezky.

Svrchní proterozoikum tvořící podloží ordoviku v Praze-Troji i okolí patří kralupsko-zbraslavské skupině, tj. starší ze dvou základních jednotek barrandienského proterozoika. Zdejší proterozoikum se v 50. letech minulého století zabývali Dudek a Fediuk (1955), kteří v něm zjistili slabou epizonální metamorfózu a prokázali právě na těchto místech její předordovické (a tím v podstatě i předkambrické) stáří. Konstatovali, že „metamorfosa barrandienského proterozoika není vázána pouze na periferní, paleozoikum nekryté oblas-



6. Geologické řezy částí ZOO Praha (podle Fediuka a Röhlicha 1960).

1 – fylitické břidlice, prachovce a droby proterozoika; 2–4 ordovik: 2 – bazální křemitý slepenec, 3 – pestré tufy, 4 – tufy a tufity s hematitovým zrudněním na bázi; 5 – fluvialní štěrky mindelského stáří (vinohradská terasa); 6 – fluvialní uloženiny holocénu; q – dislokační pásmo prostoupené křemennými žilami, δ – pokles, δ' – přesmyk. Řez je nepřevýšený, výškové údaje v metrech nadmořské výšky.

ti, ale pokračuje i pod transgredující ordovik, který již metamorfován není.“ O tom se můžeme nejlépe přesvědčit právě na území ZOO Praha.

Proterozoické vrstvy jsou tu značně tektonicky porušeny vrásněním i zlomy a jejich směr a sklon značně kolísá. Většinou však mají severovýchodní směr se sklony k severozápadu. Místy pozorujeme šikmé až překocené vrásky 1–2 m velké, s jihovýchodní vergencí. Vrstvy jsou kromě toho často detailně provrásněné až jemně svraštělé. Zlomy jsou většinou přesmyky s mírným až středním úklonem k SZ nebo Z. Západně od voliéry se táhne severovýchodním směrem poruchové pásmo hustě prostoupené čočkovitými křemennými žilami.

Bázi ordoviku na území ZOO tvoří vrstva hrubozrnného křemitého slepence (konglo-

merátu) až 0,75 m mocná. Na proterozoických horninách v jejím podloží nejsou patrné žádné účinky fosilního zvětrávání ani jiné pometamorfní alterace. Křemítý tmel bazálního slepence je pevně spojen s podložím, takže k němu kompaktní slepencová vrstva pevně lne. Obvyklá velikost valounů je 3–6 cm, vyskytují se však i valouny přes 10 cm. Valounový materiál tvoří převážně proterozoické buližníky (40 %) a droby (38 %). Dále je to žilný křemen (11 %) a fylitické břidlice (9 %). Poměrně vzácně (do 2 %) se vyskytují žilné vyvřeliny, které jsou zčásti shodné s některými typy žil v proterozoiku přilehlého severního Povltaví a mohou tedy přispět k jejich geologickému datování.

Původ všech hornin zjištěných ve valounech lze klást do proterozoického terénu severozápadního křídla Barrandienu. Buližník a křemen tvoří téměř vždy dokonale zaoblené valouny, kdežto droby a břidlice jen valouny nedokonale zaoblené nebo zaoblené. To vede k úvaze, že křemenné a buližníkové valouny byly opracovávány delší dobu a mohly tedy projít už starším sedimentačním cyklem. Poměrně stálá mocnost slepencové vrstvy (obvykle 0,3–0,5 m) svědčí pro zarovnanou transgresní plochu: jde patrně o abrazní plošinu pokrytou vrstvou štěrku, který byl skutečným pobřežním (litorálním) sedimentem.

V nadloží ordovického bazálního slepence jsou asi 7 m mocné pestré tufy v barvách šedofialové, šedorůžové, šedozelené a okrově žluté. Tufy jsou nejčastěji drobnozrné, v některých vrstvičkách středně zrnité nebo naopak jemnozrné až celistvé, rohovcového vzhledu. Některé středně zrnité polohy uzavírají zaoblené až několikacentimetrové úlomky tufů, nejčastěji červenavých a celistvých. Pestré tufy jsou převážně tence vrstevnaté.

Zbývající ordovické vrstvy zachované před denudací jsou celkem 6 m mocné. Jsou to převážně rovněž tufy, které jsou však ve své spodní části silně zrudněné hematitem (Fe_2O_3). Zrudnění směrem do nadloží postupně vyznívá. Tato svrchní poloha začíná 130 cm mocnou lavicí železné rudy, která je v podstatě jemnozrným tufem, silně impregnovaným hematitem (obsahuje až 57 % Fe). Následující tufová lavice, 50 cm mocná, je už poněkud méně zrudněná. Ve vyšších tufových vrstvách obsah železa dále klesá. Hnědočervené až červenofialové a světlé (např. růžové) tufy se tu střídají s tence vrstevnatými vločkami tufitů.

Původ zrudnění v barrandienských železných rudách zdejšího typu, tj. oxidických impregnací vázaných na vulkanické produkty, bývá vykládán různě. Výklad přičítající původ železa hydrotermálním výronům má v současnosti málo zastánců, častěji se předpokládá zdroj železa ve zvětrávání vulkanitů, zvláště bazických. Zvětrávání mohlo být buď podmořské (halmyrolýza) nebo subaerické. Původ zrudnění na této lokalitě zůstává otevřenou otázkou.

Oba reliktu ordoviku v ZOO jsou zakleslé do proterozoika podél směrného zlomu ukloněného příkře k SSZ (cca 75°). Další směrný zlom, ukloněný asi 30° k SSZ, je přesmyk a má na omezení obou ordovických ker jen malý vliv. Přesmyky tohoto typu však byly vymapovány v sz. skřídle pražské pánve i jinde, kde mají výraznější účinky. Zlomový inventář ordoviku v ZOO doplňují dva typy příčných zlomů s posuny většinou jen metrového řádu: dva subhorizontální posuny směru SZ-JV a dva poklesy směru SSZ-JJV. Jinak je

stavba ordoviku celkem jednoduchá, mediotypní, a podstatně se tedy liší od prohnětené a šupinovitě stavby podložního proterozoika.

Při petrologickém výzkumu ordoviku v ZOO jsme věnovali zvláštní pozornost bazálnímu slepenci a především valounům žilných vyvřelin, složením i strukturou shodných s některými typy žil v proterozoiku dolního Povltaví. Už na sklonku 19. století popsal tyto vyvřeliny v údolí Vltavy mezi Prahou a Kralupy Klvaňa (1893). Nověji se jimi zabývali zvláště Kratochvíl (1965), Ciniburk et al. (1965), Čemusová (1983) a Fediuk (1995 etc.). Jedna žíla tvořená kaolinizovaným křemenným mikrodioritem je odkryta přímo v ZOO, u cesty procházející východnější ordovickou krou (viz obr. 5). Celkem byly v bazálním ordovickém slepenci na území pražské ZOO nalezeny čtyři valouny žilných vyvřelin. Dva z nich byly určeny jako křemenné porfyry, jeden jako leukokratní dioritový porfyrit a jeden jako hololeukokratní felzit křemenného dioritu. Poslední uvedený je makroskopicky i minerálním složením zcela shodný s vyvřelinou žíly odkryté v opuštěném lůmku severně od Dufkovky v Šáreckém údolí (Fediuk – Röhlich 1960).

Popsané nálezy valounů žilných vyvřelin v ordovickém bazálním slepenci přispívají k určitějšímu časovému zařazení magmatismu, jehož jsou produkty. Dolní časová mez žilných intruzí je dána kadomským vrásněním a s ním spojenou metamorfózou. Tyto pochody podle novějších dat o barrandienském proterozoiku proběhly velmi blízko hranice proterozoika s kambriem, nejspíše ji překrývaly. Horní časová mez diskutovaných intruzí spadá nesporně před ordovickou transgresi a s největší pravděpodobností i před transgresi středního kambria. Počátkem středního kambria bylo totiž proterozoikum sz. křídla Barrandienu denudováno v podstatě do těch hloubkových úrovní, na které transgredoval ordovik. Šlo tedy o magmatismus navazující na kadomské tektonometamorfní pochody, nejspíše spodnokambrický.

Výstupem na nejvyšší místa ZOO Praha se znovu otvírá pohled do Pražské kotliny, tentokrát především na její nejbližší část, Trojskou kotlinu. Stojíme na denudačním reliktu vltavských fluviálních sedimentů mindelského stáří (zhruba půl milionu let), které odpovídají Zárubově (1942) vinohradské terase. Zachovaná mocnost štěrkopísků je tu jen asi 3 m a jejich přítomnost připomínají hojné valouny, které se povalují v okolí.



Jako prémií za absolvování této exkurze máme možnost prohlídky pražské ZOO, která se po nešťastné povodni roku 2002 rychle vzpamatovává a kde je toho rok od roku víc zajímavého k vidění.

Závěrem děkujeme správě ZOO Praha, jmenovitě jejímu řediteli dr. Petru Fejkovi, za vstřícnost při přípravě této exkurze a za její umožnění.



Výběr literatury

- Ciniburk, M. – Kratochvíl, F. – Najdr, J. – Tomek, O. (1965): Přehled geologických poměrů v severním Povltaví mezi Prahou a Kralupy n. Vlt. – Oblast. Muz. Roztoky u Prahy, Kladno.
- Dudek, A. – Fediuk, F. (1955): Zur Altersfrage der Metamorphose im barrandienischen Proterozoikum. – *Geologie*, 4, 4, 397–403. Berlin.
- Čemusová, P. (1983): Žilné horniny v proterozoiku vltavského údolí mezi Prahou a Kralupy n. Vltavou. – MS Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.
- Fediuk, F. (1995): Okořsko-budečský roj žilných vyvřelin v severní části barrandienského proterozoika. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1994*, 45–47. Praha.
- Fediuk, F. (1996): Rekrystalované ordovické smolky a perlitity v Praze-Troji. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1995*, 65–66. Praha.
- Fediuk, F. – Röhlich, P. (1960): Basální vrstvy ordoviku v Praze-Troji. – *Acta Univ. Carol., Geol.*, 1, 1, 75–93. Praha.
- Cháb, J. – Pelc, Z. (1968): Lithology of Upper Proterozoic in the NW limb of the Barrandian area. – *Krystalinikum* 6, 141–167. Praha.
- Chlupáč, I. (1988): Geologické zajímavosti pražského okolí. – Academia. Praha.
- Chlupáč, I. – Havlíček, V. – Kříž, J. – Kukul, Z. – Štorch, P. (1992): Paleozoikum Barrandienu. Kambrium až devon. – *Čes. geol. úst. Praha*.
- Klvaňa, J. (1893): Údolí vltavské mezi Prahou a Kralupy. Petrografická studie. – *Arch. Přírodověd. Prozk. Čech*, 9, 3. Praha.
- Kovanda, J. et al. (2001): Neživá příroda Prahy a jejího okolí. – Academia – Čes. geol. úst. Praha.
- Králík, F. et al. (1983): Základní geologická mapa ČSSR 1 : 25 000, list 12-243 Praha-sever. – Ústř. úst. geol. Praha.
- (1984): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, 12-243 Praha-sever. – Ústř. úst. geol. Praha.
- Kratochvíl, F. (1965): Žilné vyvřeliny v algonkiu mezi Prahou a Kralupy n. Vlt. a v širším okolí Prahy. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1964*, 101–104. Praha.
- Kříž, J. (1999): Geologické památky Prahy. Proterozoikum a starší prvohory. – Čes. geol. úst. Praha.
- Mikuláš, R. (1998): Ordovician of the Barrandian area: Reconstruction of the sedimentary basin, its benthic communities and ichnoassemblages. – *J. Czech geol. Soc.*, 43, 3, 143–159. Praha.
- Röhlich, P. (1960): Ordovik severovýchodní části Prahy. – *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat.-přír. Věd*, 70, 11. Praha.
- (2000): Some stratigraphic problems of the Barrandian Neoproterozoic. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 201–204. Praha.
- Vavrdová, M. (2000): Microfossils in carbonaceous cherts from Barrandian Neoproterozoic (Blovice Formation, Czech Republic). – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 75, 3, 351–360. Praha.
- Záruba, Q. (1942): Podélný profil vltavskými terasami mezi Kamýčkem a Veltrusy. – *Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II*, 9, 39. Praha.
- Ziegler, V. (1994): Sedimenty české křídové pánve na území Prahy. – *Natura Pragensis*, 11. Čes. úst. ochr. přír. Praha.